

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-242432

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)9月27日

C 03 B 37/018

A-8821-4G

Z-8821-4G

G 02 B 6/00

3 5 6

A-7036-2H 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 光ファイバ母材の製造方法

⑮ 特 願 昭63-68982

⑯ 出 願 昭63(1988)3月23日

⑰ 発 明 者 飯 野 頭 千葉県市原市八幡海岸通 6 古河電気工業株式会社千葉電線製造所内

⑱ 発 明 者 桑 原 正 英 千葉県市原市八幡海岸通 6 古河電気工業株式会社千葉電線製造所内

⑲ 出 願 人 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

## 明 細 書

1. 発明の名称 光ファイバ母材の製造方法

2. 特許請求の範囲

火炎加水分解法にて石英系ガラス微粒子からなる光ファイバ母材を製造する方法において、前記火炎加水分解を重水素-酸素炎にて行うことを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔技術分野〕

本発明は、火炎加水分解法にて光ファイバ母材を製造する方法に関するものである。

〔従来技術〕

近年、光ファイバを用いた伝送システムは単に公衆通信のみならず、ローカルエリアネットワークやコンピューターネットワーク等多方面に応用されるようになってきた。さらには国際通信の需要の増大に伴い、光海底ケーブルの布設も進められている。ところでこの光海底ケーブル等の長距離伝送に使用される光ファイバには、通常の公衆通信に使用されるものに比較して、より低損失、

大容量のものが希求されている。このような光ファイバとして、例えば分散シフト光ファイバ(以下DSFファイバと称す)等がある。

ここで前記DSFファイバを例に挙げて説明すると、このDSFファイバのような超低損失のものを得ようとする、光ファイバ中へのOH基の混入を極限に近いくらいに少なくし、該OH基による伝送損失を小さくすることが必要である。

しかしながらこれまで開発された種々の技術をもってしても、光ファイバ中のOH基の極限的最小化は極めて困難であることがわかってきた。

〔発明の目的〕

前記問題に鑑み本発明の目的は、光ファイバ中の、とりわけ光が通過する部分へのOH基の混入を防ぎ、もって超低損失の光ファイバを得ることのできる光ファイバ母材の製造方法を提供することにある。

〔発明の構成〕

前記目的を達成すべく本発明は、火炎加水分解法にて石英系ガラス微粒子からなる光ファイバ母

材を製造する方法において、前記火炎加水分解を重水素-酸素炎にて行うことを特徴とするものである。

(発明の実施例)

以下に本発明の実施例を図を参照して詳細に説明する。本発明者は種々の実験の結果、光の通過する部分を従来の水素-酸素炎( $H_2-O_2$ 炎)による火炎加水分解に換えて重水素-酸素炎( $D_2-O_2$ 炎)による火炎加水分解にて製造することにより、該方法により得られる石英系ガラス微粒子(以下単にスートと称す)中へのOH基の混入を防止することに思い至った。

以下に具体的にその方法を前述したDSFファイバを例に挙げて説明する。

まず第1図に示すようなDSFファイバのセンターコア1に相当する部分を製造するにあたっては、第2図に示すように、 $SiCl_4$ を同心四重管バーナ4に導入し、これを重水素-酸素炎5の中で火炎加水分解して前記センターコア1に相当するスートを製造した。尚、この際前記スートの表面

温度を約900℃に維持し、スートのかさ密度を約 $0.8g/cm^3$ になるように制御した。ここでかさ密度を $0.8g/cm^3$ と大きくしたのは、後述する $SiF_4$ によるセンターコア1へのFのドーピング量を極力小さくし、第1図に示す屈折率プロファイルを精度よく得るためである。

またこのセンターコア1に相当する部分の製造と同時に、第2図に示すように、第1図におけるアウターコア2に相当する部分をも一緒に製造した。このアウターコア2に相当する部分の製造に際しては従来の水素-酸素炎6を使用した。すなわち、 $SiCl_4$ を同心四重管のバーナ7に導き、水素-酸素炎6中で火炎加水分解させ、スートとして前記センターコア1に相当するスート上にこれを堆積せしめた。アウターコア2に相当するスートはそのかさ密度が $0.25\sim 0.3g/cm^3$ になるようにその表面温度等を制御した。このアウターコア2に相当するスート外径が約60mmになったところで火炎加水分解を停止し、次にこのスート10を第3図に示す石英炉心管8へと導いた。ここではまず

電気炉12により石英炉心管8の最高温度部が1200℃になるように保持し、かつHeを50ℓ/min、 $Cl_2$  1.5ℓ/minをガス導入口9から流し込み、これをガス排気口11から排気しながら、条件が安定したところで前記スート10を回転しつつ200mm/hの速度で下降させ脱水を行った。スート10の全体が最高温度部を通過したら該スート10を引き上げ、炉内最高温度部を1350℃になるようにし、かつ $SiF_4$  2.5ℓ/min、He1.6ℓ/min、 $Cl_2$  0.1ℓ/minを前記同様に石英炉心管8内に流し込みながら前記スート10を350mm/hの速度で下降させ、透明なガラスロッドを得た。最後にこれを延伸して外径15mm、長さ200mmのコアロッド(センターコア1とアウターコア2に相当するもの)を得た。続いてこのコアロッド上に水素-酸素炎による従来の火炎加水分解法により第1図のクラッド3に相当するスートを堆積せしめ、外径が約90mmになったところで停止した。尚、このスートのかさ密度は $0.25\sim 0.3g/cm^3$ になるように制御した。これを前述した第3図に示す石英炉心管8に導き、まず炉内最高

温度部を1000℃に保持し、He50ℓ/min、 $Cl_2$  1.5ℓ/minをこの炉心管内に流しながら350mm/hの速度で降下させ脱水を行った。脱水が完了したら次に炉内最高温度部を1350℃に保持し、かつ $SiF_4$  2.5ℓ/min、 $Cl_2$  0.1ℓ/minを流した状態で前記スートを350mm/hで下降させた。以上のクラッド3作製の操作を3回繰り返して、コア:クラッド=6.6:125の透明なガラスロッドを得た。最後にこのガラスロッドを線引して外径125μmの2本の光ファイバを得るとともに、該光ファイバ上に紫外線硬化性樹脂被覆を施した。

前記本発明のものと比較するためセンターコア1に相当するスートを水素-酸素炎で製造し、その後の処理は前記本発明の方法のものと全く同一方法にて紫外線硬化性樹脂被覆付の光ファイバを2本得、以下に両者を比較し、その結果を表1に示した。尚、両光ファイバとも第1図における $\Delta_1$ 、 $\Delta_2$ 、 $\Delta_3$ の値は共にそれぞれ-0.03%、-0.54%、-0.67%であり、アウターコア2の外径は共に6.6μm、カットオフ波長は共に0.9~1.

1  $\mu\text{m}$  であった。また表1におけるピーク高さとは波長1.39  $\mu\text{m}$  でのOH基による損失ピークの値 (dB/km)を示しており、伝送損失は1.55  $\mu\text{m}$  帯での損失値を示している。

表1

	センターコア用バーナ	ピーク高さ (dB/km)	伝送損失 (dB/km)
実施例	D <sub>2</sub> O:炎	0.2	0.19
		0.3	0.20
比較例	H <sub>2</sub> O:炎	13	0.24
		15	0.25

表1が示すように、両者を比較すると比較例のものにはかなりの量のOH基が残留していることがわかる。そのため1.39  $\mu\text{m}$  帯でのピーク値により、そのすそにあたる1.55  $\mu\text{m}$  帯でも伝送損失値が大きかった。この理由の1つとして、第1図のような屈折率プロファイルを精度よく得るためにセンターコア1へのFのドーブ量を制御すべく該センターコア1に相当するスートのかさ密度を前述のごとく0.8g/cm<sup>3</sup>と大きくせざるを得なかった結果、

3とからなる、いわゆる一般的な単一モード光ファイバ(1.3  $\mu\text{m}$  帯で零分散)にも適用できることは言うまでもない。

以上のようにしてなる本発明の方法によればOH基の量を最小に押さえことができ、かつこのOH基にかわってOD基が増加するものの、該OD基の1.55  $\mu\text{m}$  帯への影響が極めて少ないため、1.55  $\mu\text{m}$  帯での伝送損失の極めて小さい光ファイバを得ることができる。

#### 〔発明の効果〕

前述の如く本発明の光ファイバ母材の製造方法によれば、OH基の極めて少ない、すなわち1.55  $\mu\text{m}$  帯での伝送損失が超低損失の光ファイバを得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は分散シフト光ファイバの屈折率プロファイルを示す概略図、第2図は本発明の一実施例を示す概略図、第3図は第2図により合成されたスートを脱水、ガラス化する装置の概略図、第4図は単一モード光ファイバの屈折率プロファイル

Cl<sub>2</sub>による脱水が十分に行えなかったことも挙げられる。これに対して本発明の実施例のものでも、前述した比較例と同じ理由によりセンターコア1にはかなりの量のOD基が残留していると予想されるが、このOD基によるロスのパーク値の出現は1.9  $\mu\text{m}$  帯にあるため、1.55  $\mu\text{m}$  への影響は非常に小さく、その結果表1に示す結果になったものと思われる。

尚、前記実施例ではセンターコア1及びアウトコア2に相当する部分はSiCl<sub>4</sub>のみで合成したが、GeO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等の金属酸化物を微量ドーブしてもよい。ここで微量と限定した理由は、一般にこれら金属酸化物の量が大きくなると、レーリー散乱係数が大きくなるためである。またこの実施例では、センターコア1に相当する部分のスート合成にのみ重水素-酸素炎を使用しているが、それ以外の部分の合成に使用してもよい。さらにまた実施例では第1図に示すようなデュアルシエイブ型の、いわゆる分散シフト光ファイバについてのみ述べたが第4図に示すようなコア1とクラッド

を示す概略図である。

1～センターコア 2～アウトコア 3～クラッド 5～重水素-酸素炎 8～石英炉心管 10～スート

特許出願人 古河電気工業株式会社

